СИСТЕМА ABS/TCS СОВРЕМЕННОГО АВТОМОБИЛЯ (часть 1)

Александр Тюнин (Москва)

В статье описано устройство и функционирование системы антиблокировки колес ABS и противобуксовочной системы TCS. На примере систем, установленных на автомобиле «Мазда», рассмотрены проблемы эксплуатации, диагностики и устранения неисправностей ABS/TCS. Даны практические советы по обслуживанию системы. Статья предназначена в первую очередь для автолюбителей, а так же для сотрудников станций техобслуживания, профессионально занимающихся установкой и ремонтом ABS/TCS.

ПРОСТО О СЛОЖНОМ

Известно, что при экстренном торможении колеса автомобиля, оборудованного классической тормозной системой, блокируются. Это приводит к потере управляемости. Опытный водитель тормозит прерывисто, не допуская блокировки колес, что позволяет вырулить в нужную сторону и объехать неожиданно возникшее препятствие. Однако необходимые навыки так называемого «экстремального вождения» у большинства водителей отсутствуют. Эту проблему решает тормозная система с автоматической антиблокировкой колес – ABS (Antilock Brake System).

Современная тормозная система с ABS построена по 4-х контурной схеме (см. рис. 1) – колеса имеют независимый контур автоматического управления. В каждом канале устанавливают электроуправляемый гидравлический клапан (ЭГК), один трехпозиционный или два отдельных на впуск и выпуск. ЭГК обеспечивает регулирование давления тормозной жидкости в тормозном цилиндре. Конструктивно все ЭГК объединены в гидравлический блок, который управляется электрическими сигналами от электронного блока управления (ЭБУ) ABS. Также в составе гидроблока имеется электронасос и гидроаккумулятор давления.

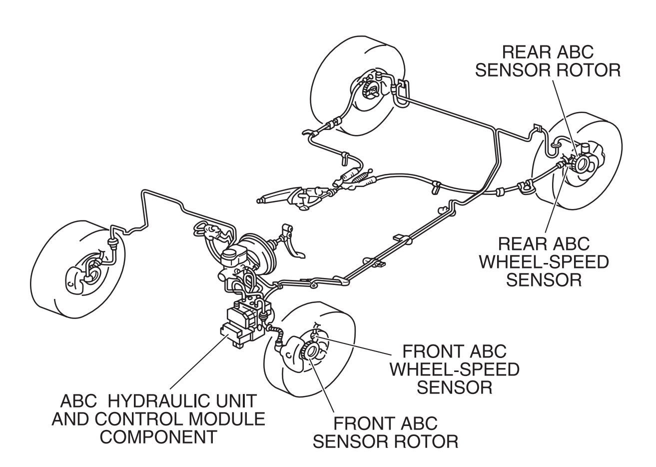


Рис. 1. *Общее расположение элементов ABS*

Эти узлы нужны для того, чтобы электроника смогла управлять тормозным усилием независимо от реакции водителя (который в аварийной ситуации, как правило, просто давит на педаль тормоза «до упора»).

Алгоритм автоматического управления ЭГК задается путем сравнения скорости вращения колес с приведенной скоростью движения кузова автомобиля и реализуется в цифровом ЭБУ ABS. Входной информацией ЭБУ ABS являются аналоговые сигналы колесных датчиков. Скорости вращения всех четырех колес сравниваются в ЭБУ ABS, где вырабатываются электрические сигналы рассогласования, управляющие ЭГК гидроблока. Таким образом, обеспечивается автоматическая коррекция эффективности торможения каждого колеса в отдельности. Эта схема не допускает блокировки колес в любых режимах движения автомобиля.

Справедливости ради, нужно сказать, что при определенных условиях тормозная система с ABS может привести к некоторому увеличению тормозного пути (по сравнению с экстренным торможением без ABS). Однако в случае торможения без ABS автомобиль может потерять управляемость, кроме того, повышается износ резины, колодок и тормозных дисков.

Важным является следующий момент – в обесточенном состоянии ЭБУ ABS переходит в т.н. «аварийный» режим работы и тормозная система работает как в обычном автомобиле, не оборудованном ABS.

Теперь немного о системе, работающей в «дуэте» с ABS – противобуксовочной системе TCS (Traction Control System). Часто возникает проблема с тем, чтобы тронуться с места, особенно зимой и на машинах с автоматической трансмиссией. В таких случаях необходимо умение контролировать обороты двигателя для обеспечения оптимального сцепления колес с дорогой. В автомобиле, оборудованном системой ABS/TCS, эту проблему решает электроника. Итак, в режиме штатного торможения работает ABS, а TCS бездействует. Если же ведущие колеса начинают пробуксовывать, система TCS активируется и регулирует крутящий момент одним из следующих способов:

- с помощью дополнительной дроссельной заслонки (т.н. SUB-THROTTLE) и коррекции длительности впрыска до момента прекращения пробуксовки. ABS одновременно с этим притормаживает буксующие колеса до момента выравнивания их скоростей;
- в авто, оборудованных автоматической трансмиссией (АТХ), крутящий момент (по команде системы управления двигателем – PCM) регулируется электронными «мозгами» АТХ;
- в дизельных двигателях это делается с помощью электронной регулировки качества смеси, которую «готовит» ТНВД.

УСТРОЙСТВО ABS/TCS АВТОМОБИЛЕЙ «МАЗДА-626» 1998-2001 Г.В.

Список сокращений и аббревиатур, использующихся в документации на «Мазду-626» 1998-2000 г.в.

ABS WARNING LIGT – аварийная индикация ABS.

ABS/TCS CONTROL MODULE (ABS/TCS CM) – блок управления.

ABS/TCS HYDRAULIC UNIT (ABS/TCS HU)– гидравлический блок.

ABS MOTOR – насос гидроблок.

ABS WHEEL SPEED SENSOR (WSS) – колесный датчик.

BATERY – аккумуляторная батарея.

BRAKE SWITCH – педали тормоза.

DATA LINC CONNECTOR 2 (DLC -2) – диагностический разъем системы OBD.

IGNITION SWITCH – замок зажигания:

- IG1 – положение «ЗАЖИГАНИЕ» замка зажи-- гания, 1-я контактная группа;
- IG2 – положение «ЗАЖИГАНИЕ» замка зажи-- гания, 2-я контактная группа;
- ACC – положение «АКСЕССУАРЫ» замка зажигания;
- S – положение «СТАРТЕР» замка зажигания;

Таблица 1. *Обозначения жгутов электропроводки*

Название соединения	Обозначение на схеме	Местонахождение соединения
Front Harness	(F)	передний жгут
Front No.2 Harness	(F2)	–
Engine Harness	(E)	жгут двигателя
Dash Harness	(D)	жгут проводов «торпеды»
Rear Harness	(R)	задний жгут
Rear No.2 Harness	(R2)	–
Rear No.3 Harness	(R3)	–
Instrument Panel Harness	(I)	жгут проводов риборной панели
Emission Harness	(EM)	жгут электронной системы управления двигателя
Emission No.2 Harness	(EM2)	–
Emission No.3 Harness	(EM3)	–
Door No.1 Harness	(DR1)	дверной жгут
Door No.2 Harness	(DR2)	–
Door No.3 Harness	(DR3)	–
Door No.4 Harness	(DR4)	–
Floor Harness	(FR)	жгут проводов пола салона
Interior Light Harness	(IN)	жгут проводов внутреннего освещения
A/C Harness	(AC)	жгут проводов кондиционера

Таблица 2. *Цветовые коды монтажных соединений*

Цвет провода	Обозначение в схеме	Цвет провода
Blue	L	синий
Black	B	черный
Brown	BR	коричневый
Green	G	зеленый
Dark Blue	DL	темно-синий
Dark Green	DG	темно-зеленый
Gray	GY	серый
Light Blue	LB	светло-синий
Light Green	LG	светло-зеленый
Natural	N	бежевый
Orange	O	оранжевый
Pink	P	розовый
Red	R	красный
Purple	PU	пурпурный
Sky Blue	SB	голубой
Tan	T	бронзовый
White	W	белый
Yellow	Y	желтый
Violet	V	фиолетовый

Таблица 3. *Расшифровка обозначений разъемов*

Обозначение разъема	К какому функциональному блоку относится
Y	заземление
A	пуско-зарядная система
B	система управления двигателем
C	датчики контрольных приборов
D	стеклоочиститеь-омыватель
E	наружное освещение
F	системный соединитель
G	кондиционер
H	управление трансмиссией
I	освещение салона
J	радио/аудио система
K	электростеклоподъемники/центр. замок
L	электрозеркала
M	электролюк
O	ABS/TCS
P	электропитание/обогрев салона
Q	круиз-контроль
S	электронная подвеска
T	прочие
X	переходные соединители
JB	монтажный блок

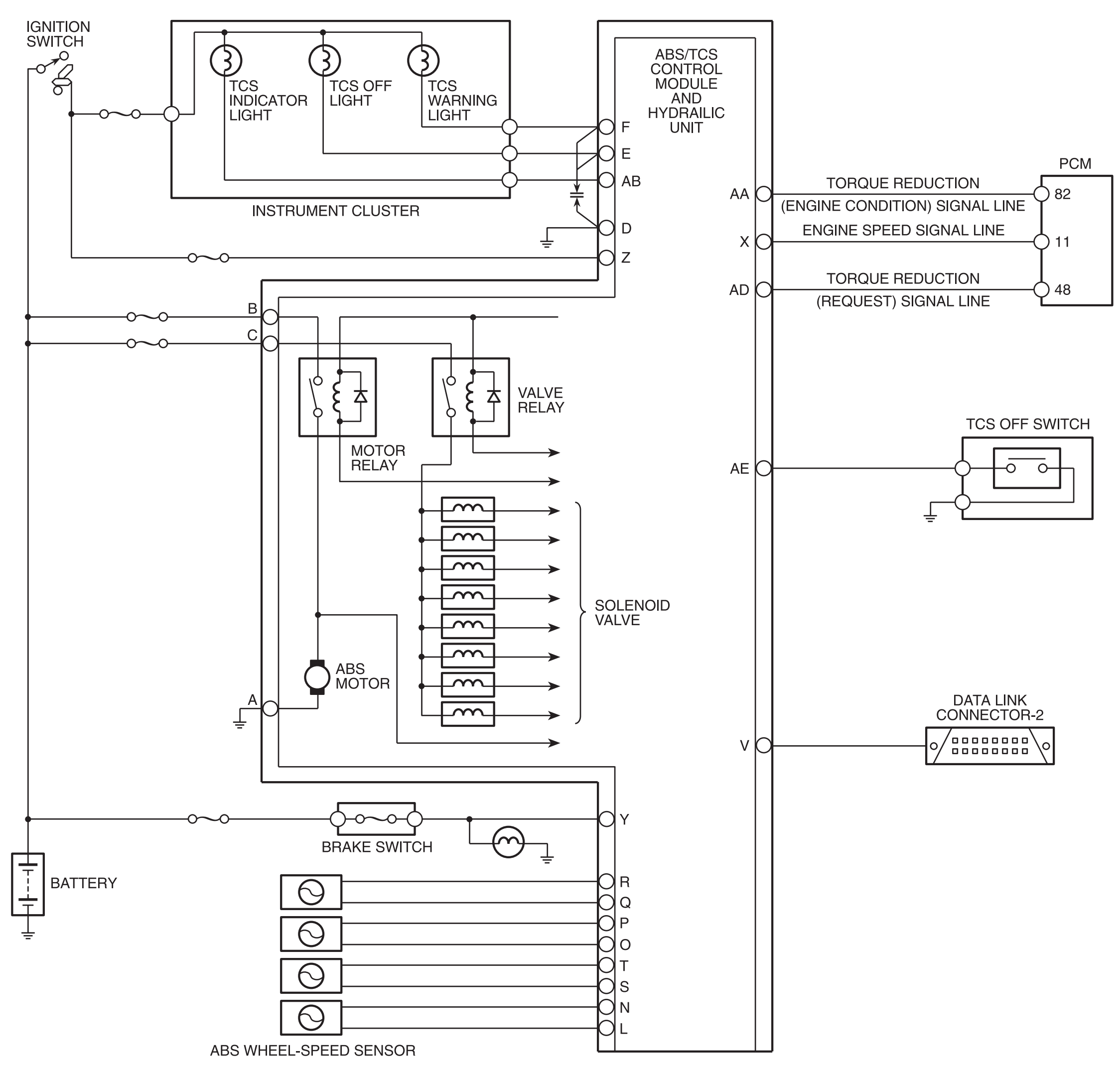


Рис. 2. *Структурная схема ABS/TCS а/м «Мазда» 98-01 г.*

- OFF – положение «ВЫКЛЮЧЕНО» замка зажигания, 1-я контактная группа.

INSTRUMENTAL CLASTER – приборная панель.

MOTOR RELAY – реле включения насоса гидроблока.

PCM – блок управления двигателем.

SOLENOID VALVE – электорогидроклапаны.

TCS OFF SWINCH – выключатель TCS.

TCS INDICATOR LIGT – индикатор работы TCS.

TCS OFF LIGT – индикатор отключенного состояния TCS.

VALVE RELAY – реле включения электрогидроклапанов.

В табл. 1 представлены обозначения жгутов электропроводки

Цветовые коды монтажных соединений представлены в табл. 2

Расшифровка обозначений разъемов представлена в табл. 3

На рис. 2 изображена структурная схема ABS/TCS а/м «Мазда», на рис. 3 приведена принципиальная схема ABS/TCS CM, на рис. 4, 5, 6 показаны разводка ABS/TCS CM, схемы разводки электропитания и заземления.

Обозначения и надписи на электрических схемах

Расшифровка обозначений и надписей на электрических схемах (см. рис. 3):

1 – точка заземления электронного компонента (АКБ, датчика и т.п., см. рис. 6);

2 – код (функциональной подсистемы оборудования см. таб. 3) и порядковый номер разъема;

3 – цветовой код (см. таб. 2) электропроводки (в скобках код жгута электропроводки см. таб. 1);

4 – точка заземления жгута электропроводки (см. рис. 6);

5 – номер соединения на связанном листе документации (в примере связи уходят на лист «C-a» INSTRUMENTAL CLASTER);

6 – обозначение соединительного разъема (в примере разъем X-06 между жгутами «F»и «D»);

7 – обозначение варианта комплектации (в примере связь «TCS OFF SWINCH»- «AE» только в варианте комплектации ABS/TCS).

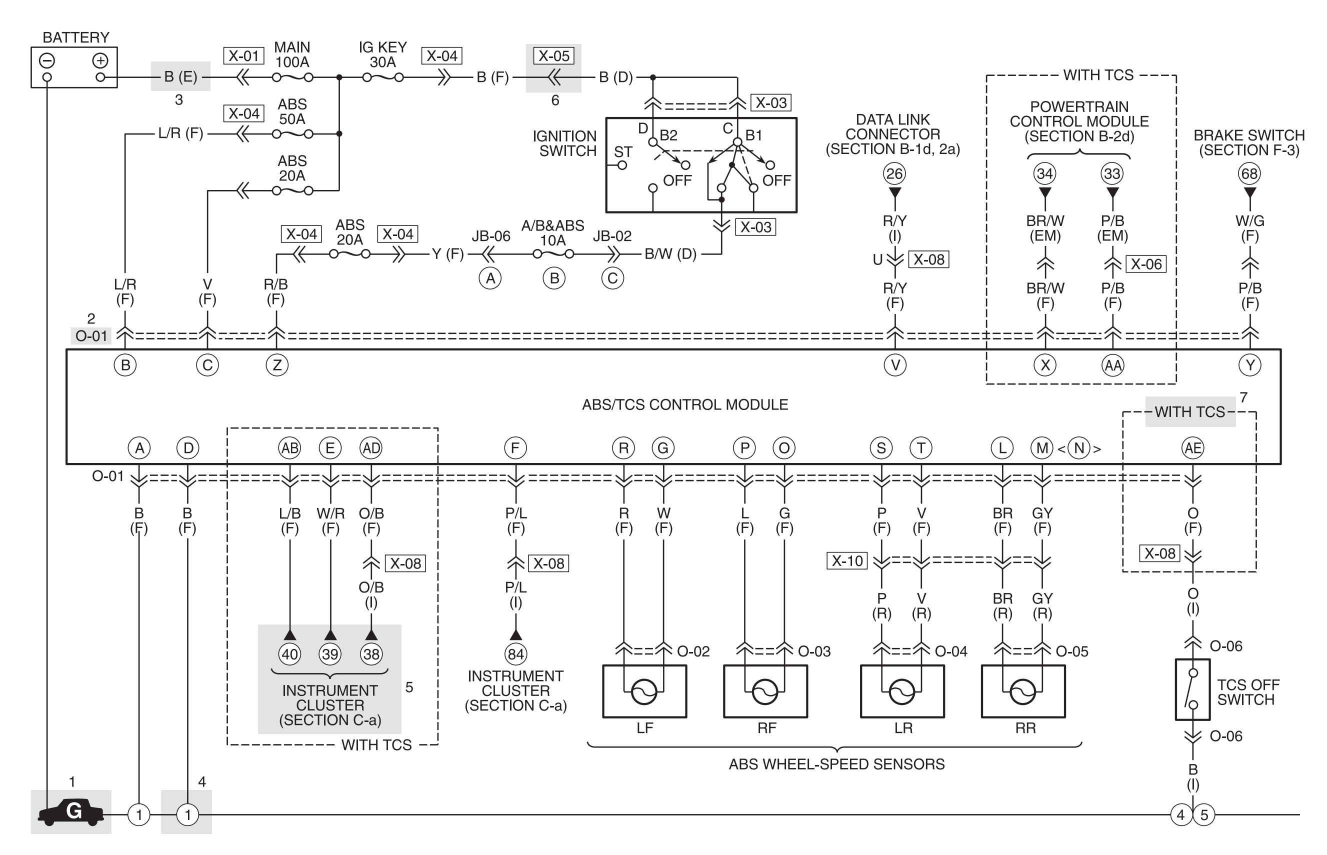


Рис. 3. *Принципиальная схема ABS/TCS CM*

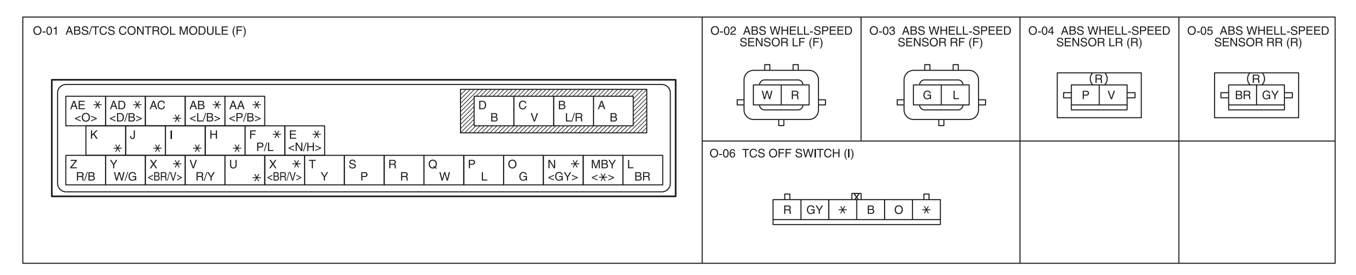


Рис. 4. *Разводка разъемов ABS/TCS CM и внешних подключений*

ДИАГНОСТИКА И РЕМОНТ ABS/TCS

Система диагностики ABS

Система диагностики ABS имеет следующий алгоритм работы. При включении зажигания компьютер системы ABS начинает «опрашивать» компоненты системы: датчики, модулятор , все цепи и сам себя на предмет исправности. В это время на панели приборов горит контрольная лампочка ABS. Это занимает 2…4 секунды, и если все нормально, то после опроса контрольная лампочка на панели гаснет. Если же где-то в системе ABS обнаруживается статическая неисправность: оборванный провод, неисправный датчик и т. д. – лампочка ABS на панели приборов продолжает гореть, ошибка фиксируется в памяти (соответствующим кодом ошибки DTC – Diagnostic Trouble Code), ABS отключается и, соответственно, тормозить приходится уже «с головой». Если же контрольная лампа ABS загорелась после достижения «скорости принятия решения» (примерно 10…15 км/ч) – это уже динамическая неисправность, которая также формируется и записывается DTC. Она может возникать, например, из-за того, что какой-то колесный датчик неправильно считывает информацию движения или вообще ее не читает. В любом случае, надо проводить процедуру самодиагностики и по полученному DTC проверять систему.

Работоспособность ABS можно оценить по торможению на скользкой дороге или сымитировав аварийное торможение «в пол» на хорошей скорости. При правильном функционировании ABS тормозная педаль «отбивает» в ногу, автомобиль замедляется постепенно, двигаясь прямолинейно, и не уходит в «юз».

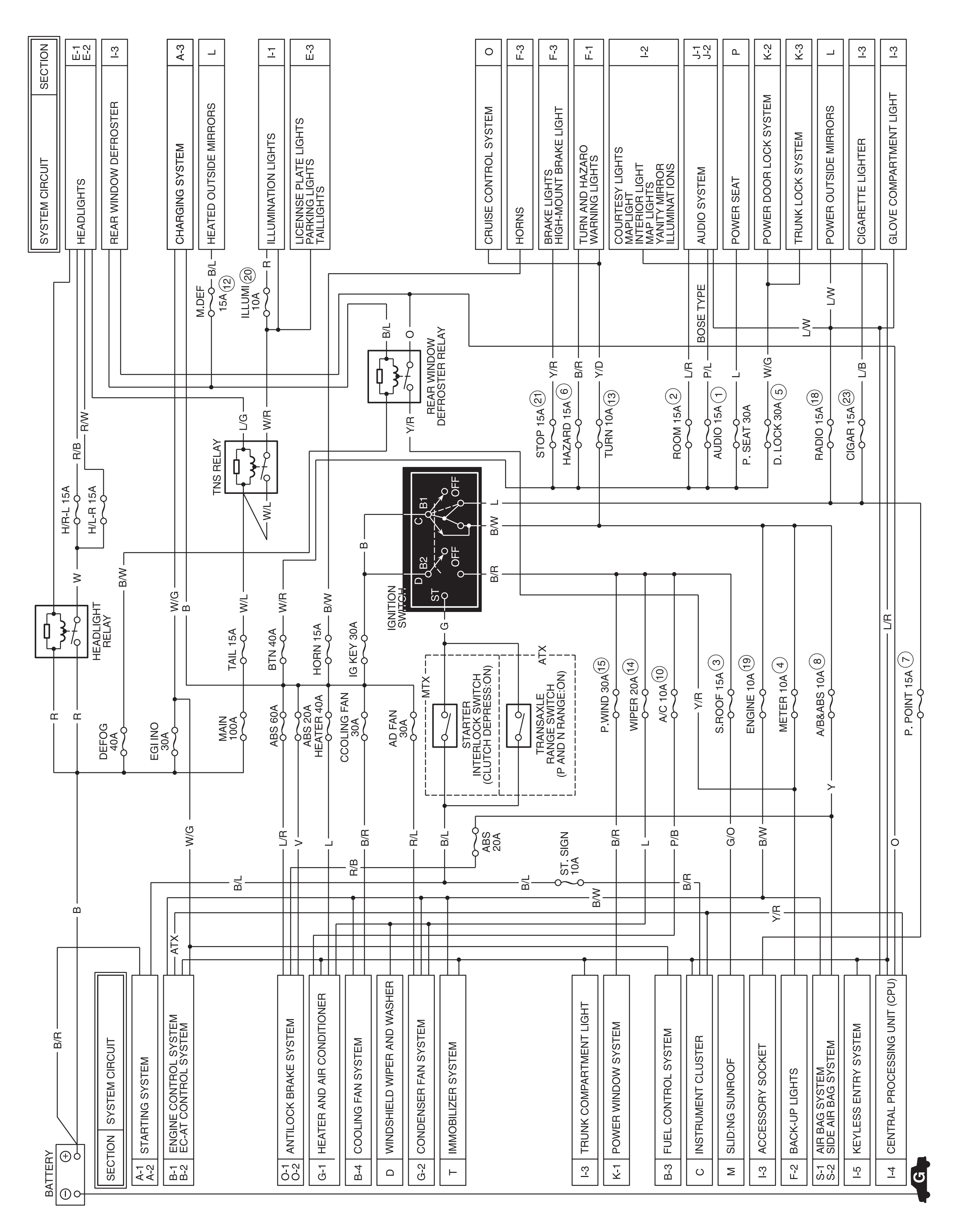


Рис. 5. Схема разводки электропитания

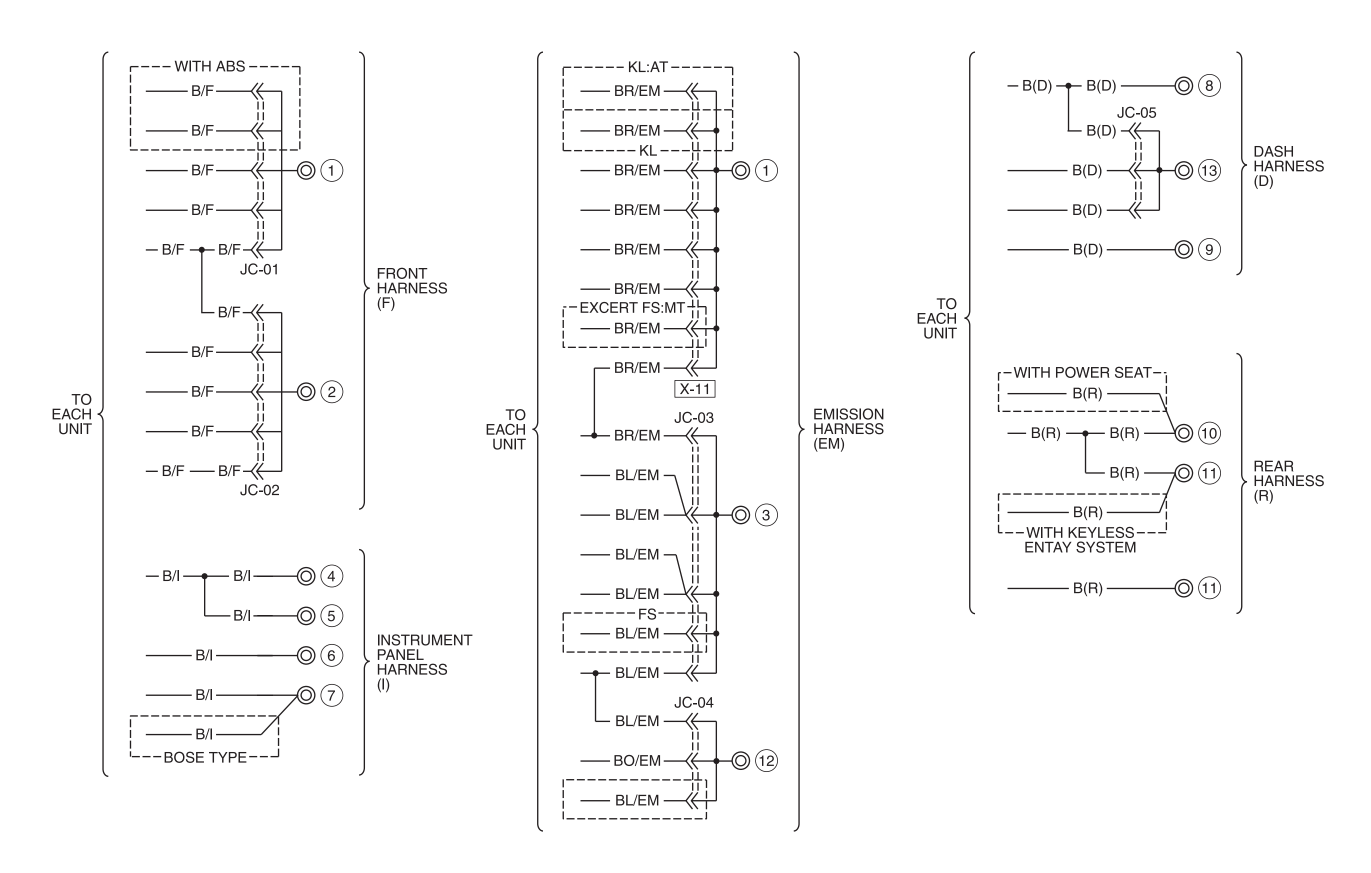


Рис. 6. *Схема разводки заземления*

Диагностика системы TCS

Вначале немного подробностей о работе TCS. Итак, при резком ускорении автомобиля на скользкой дороге какое-то из колес (возможно) начнет «проскальзывать», вызывая занос или другие проблемы с управляемостью. Основываясь на показаниях датчиков скорости, ABS/TCS CM определяет, какое из колес и с какой скоростью проскальзывает, и дает команду на HYDRAULIC UNIT «притормозить такое-то колесо». Одновременно блок управления ABS/TCS CM дает команду на PCM на уменьшение крутящего момента (TORQUE REDUCTION). Процесс этот продолжается до выравнивания скоростей всех колес. Таким образом, в эти секунды (точнее, доли секунды) электроника «отключает» водителя и сама управляет выходом из сложившегося положения. Как бы сильно не давил на газ водитель, система TCS контролирует ситуацию, не давая двигателю увеличить обороты. На приборной панели в это время 1…3 раза загорается лампочка «TCS», сообщая об отработанной системой TCS задаче.

Оценить работоспособность TCS «на глазок» (на уровне работает – не работает) можно следующим образом:

- освободите ведущие колеса авто любым способом, например, поддомкратьте и поставьте ведущую ось на стойки;
- запустите двигатель и убедитесь, что контрольная лампа «TCS» погасла (и соответственно «TCS OFF» не горит, т.е. система TCS не отключена кнопкой на торпеде).

Примечание: Пока температура двигателя не станет «рабочей» (стрелка датчика на приборке должна перевалить в рабочую зону), TCS работать не будет – при ее инициации зажжется контрольная лампа «TCS OFF». Это защищает холодный двигатель от работы на низких оборотах.

- включите первую или вторую передачу (на АКП соответственно любую переднюю передачу «D 1» или «D 2»);
- надавите на педаль газа и удерживайте ее в нажатом положении 3…4 секунды. Если на приборной панели в это время 1…3 раза загорится лампочка «TCS», а двигатель обороты не набирает, то система TCS работоспособна. В противном случае необходима полная диагностика системы ABS/TCS.

Диагностика – процесс творческий и, безусловно, требует индивидуального подхода к каждому конкретному случаю отказа системы. С другой стороны, последовательный, системный подход к ремонту необходим, чтобы исключить грубые просчеты и ошибки. С этой точки зрения будут полезны таблицы 4 и 5, предлагающие определенную стратегию поиска неисправностей в системе ABS/TCS.

Средства диагностики

Автомобили «Мазда» 1998–2001 годов выпуска имеют встроенные средства диагностики, соответствующие протоколу OBD-II. Протокол OBD-II позволяет осуществлять считывание и стирание кодов неисправностей (ошибок), просмотр текущих параметров рабо-

***Таблица 4**. Описание диагностических признаков неисправностей системы ABS (комплектация только ABS)*

Признак неисправности	Возможные причины неисправности
После включения зажигания аварийная лампочка «ABS» не горит положенные 2…4 секунды	• неисправна лампочка или обрыв/КЗ ее подключения; • неисправна приборная панель «INSTRUMENTAL CLASTER»; • неисправен ABS CM.
После включения зажигания аварийная лампочка «ABS» горит более положенных 2-4 секунд	• неисправность в системе ABS; • разряжена АКБ; • неисправен замок зажигания; • неисправен генератор (возможно, изношен приводной ремень); • неисправность (плохой контакт) в цепи подключения ABS CM; • неисправность в цепи подключения аварийной лампочки «ABS»; • неисправна приборная панель; • неисправен ABS CM.
После включения зажигания аварийная лампочка «ABS» горит непрерывно	• разряжена АКБ; • неисправность (плохой контакт) в цепи заземления ABS CM; • неисправность в цепи подключения аварийной лампочки «ABS»; • неисправна приборная панель;неправильно установлена аварийная лампочка «ABS»; • неисправность (плохой контакт) в цепи подключения ABS CM; • неисправен ABS CM.
После включения зажигания аварийная индикация «ABS» работает правильно, но есть проблемы с тормозами: • «проваливается» педаль тормоза; • торможение неэффективное; • торможение неравномерное (а/м уводит в сторону)	• неправильно установлен главный тормозной цилиндр (ГТЦ) или педаль тормоза; • воздух в тормозной системе; • неисправен ГТЦ; • неисправен один или несколько электорогидроклапанов «HYDRAULIC UNIT»; • негерметична тормозная система.

***Таблица 5.** Описание диагностических признаков неисправностей системы ABS/TCS*

Признак неисправности	Возможные причины неисправности
После включения зажигания вся контрольная индикация «ABS» , «TCS» и «TCS OFF» работает неправильно (нелогично).	• неисправность в подключении ABS/TCS CM; • неисправен блок ABS/TCS CM
После включения зажигания неправильно работает контрольная индикация «TCS» и «TCS OFF».	• неисправен блок ABS/TCS CM или PCM; • неисправность в подключении контрольной индикации «TCS» и «TCS OFF»; • ошибка связи между ABS/TCS CM и PCM; • неисправна система управления двигателя.
После включения зажигания неправильно работает контрольная индикация «ABS» и «TCS OFF».	• разряжена АКБ; • неконтакт в разъеме ABS/TCS CM; • не заземлен ABS/TCS CM; • неисправен ABS/TCS CM.
После включения зажигания постоянно горит «TCS OFF».	• неисправна кнопка «TCS OFF» на торпеде; • КЗ на землю лампы «TCS OFF»; • неисправен блок ABS/TCS CM; • неисправна приборная панель. *Примечание:* запуск двигателя может сопровождаться индикацией «TCS OFF» до достижения им рабочей температуры (≥ 50…60° C), если индикатор «TCS OFF» после этого гаснет – система в порядке
Лампочка «TCS» самопроизвольно загорается во время движения авто, когда система TCS не активирована.	• нестандартный размер (или давление) шин; • неисправен один из «ABS WHEEL SPEED SENSOR» или ротор ступиц; • периодическое КЗ в цепи подключения лампочки «TCS». *Примечание:* • если система TCS активирована, то периодическая индикация «TCS» – явление нормальное. Однако если это происходит часто – систему надо проверить; • система TCS легко активируется, если на авто установлены нестандартные (разного размера) шины или давление воздуха в них ниже нормы. Если операция TCS активирована, ее действие не может быть отменено даже включением клавиши «TCS OFF».
Индикация «TCS» и (или) «TCS OFF», ранее нормально работавшая, отказала.	• неисправность индикации «TCS», «TCS OFF» и/или клавиши (ее подключения) «TCS OFF»; • ошибка связи между ABS/TCS CM и PCM или отказ системы управления двигателем.

Таблица 5. *Продолжение*

Признак неисправности	Возможные причины неисправности
Недостаточно эффективно работает система TCS.	• нестандартный размер (или давление) шин; • неисправен PCM; неисправна система ABS/TCS. *Примечание:* выполнение операций системой TCS заблокировано, на низких оборотах двигателя (менее 800 об/мин).
После включения зажигания вся контрольная индикация «ABS», «TCS» и «TCS OFF» не работает.	• неисправны лампочки или КЗ в их соединениях; • нет «земли» в блоке ABS/TCS CM; • нет питания на блоке ABS/TCS CM; • неисправен ABS/TCS CM.

Таблица 6. *Описание диагностических кодов ошибок ABS/TCS*

DTC	Описание DTC	Проверяемы компоненты
B1318	Напряжение в системе ABS/TCS ниже 10,5 В	АКБ, Генератор
B1342	Неисправность блока управления ABS/TCS	Блок управления ABS/TCS
B1484	Неисправен выключатель педали тормоза (обрыв соединения)	Выключатель педали тормоза (его цепи)
C1145	Отказ правого переднего датчика скорости	Правый передний датчик скорости (его цепи)
C1155	Отказ левого переднего датчика скорости	Левый передний датчик скорости (его цепи)
C1165	Отказ правого заднего датчика скорости	Правый задний датчик скорости (его цепи)
C1175	Отказ левого заднего датчика скорости	Левый задний датчик скорости (его цепи)
C1222	Несовпадение сигналов колесных датчиков скорости	Колесные датчики ABS
C1210	Отказ выпускного соленоида, управляющего правым передним колесом	Клапан RF AV
C1214	Отказ впускного соленоида, управляющего правым передним колесом	Клапан RF EV
C1194	Отказ выпускного соленоида, управляющего левым передним колесом	Клапан LF AV
C1198	Отказ впускного соленоида, управляющего левым передним колесом	Клапан LF EV
C1246	Отказ выпускного соленоида, управляющего правым задним	Клапан RR AV
C1254	Отказ впускного соленоида, управляющего правым задним	Клапан RR EV
C1242	Отказ выпускного соленоида, управляющего левым задним	Клапан LR AV
C1250	Отказ впускного соленоида, управляющего левым задним	Клапан LR EV
C1148	Правый передний датчик скорости – ошибка связи	Датчик (его цепи), ступичный ротор
C1158	Левый передний датчик скорости – ошибка связи	Датчик (его цепи), ступичный ротор
C1168	Правый задний датчик скорости – ошибка связи	Датчик (его цепи), ступичный ротор
C1178	Левый задний датчик скорости – ошибка связи	Датчик (его цепи), ступичный ротор
C1266	Отказ реле ЭГК HYDRAULIC UNIT	Реле ЭГК HYDRAULIC UNIT
C1095	Отказ насоса HYDRAULIC UNIT	Двигатель насоса ABS MOTOR, реле насоса MOTOR RELAY
C1117*	Некорректный сигнал на шине скорости двигателя (ENGINE SPEED SIGNAL LINE)	Сигнал на шине скорости двигателя и соответствующее соединение
C1118*	Некорректный сигнал на шине запроса изменения крутящего момента «TORQUE REDUCTION (REQEST) SIGNAL LINE»	Сигнал на шине запроса изменения крутящего момента и соответствующее соединение
C1119*	Некорректный сигнал на шине готовности двигателя на изменение крутящего момента «TORQUE REDUCTION (ENGINE CONDITION) SIGNAL LINE»	Сигнал на шине готовности двигателя на изменение крутящего момента и соответствующее соединение
U2012*	Ошибка связи по шине «TORQUE REDUCTION (ENGINE CONDITION) SIGNAL LINE»	Сигнал на шине готовности двигателя на изменение крутящего момента и соответствующее соединение
U2021*	Приняты некорректные данные блоком PCM	Блок управления двигателем PCM

** Только для TCS*

ты двигателя. Кроме того, с помощью OBD-II можно получить информацию не только о работе двигателя, но и о работе других электронных систем (ABS/TCS, AirBag, AT и пр.). Производитель рекомендует проводить диагностику с помощью фирменного тестера 49 T088 0A0 NSG, тем не менее, для считывания диагностических кодов ошибок (DTC) подойдет любой тестер, поддерживающий OBD-II. В таблице 6 сведены DTC систем ABS/TCS автомобилей «Мазда» 626 выпуска 1998–2001 г.

Продолжение следует.